

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **138 807** (13) **U8**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
[G01S 13/95 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 27.02.2018)
Пошлина: учтена за 2 год с 20.02.2014 по 19.02.2015

(21)(22) Заявка: [2013107294/07](#), 19.02.2013(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.02.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.02.2013

(45) Опубликовано: [27.03.2014](#)(15) Информация о коррекции:
Версия коррекции №1 (W1 U1)(48) Коррекция опубликована:
[20.08.2014](#) Бюл. № [23](#)Адрес для переписки:
620103, г.Екатеринбург, ОПС-103, а/я 13,
Дудину Дмитрию Николаевичу

(72) Автор(ы):

Иванов Вячеслав Элизбарович (RU),
Гусев Андрей Викторович (RU),
Плохих Олег Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

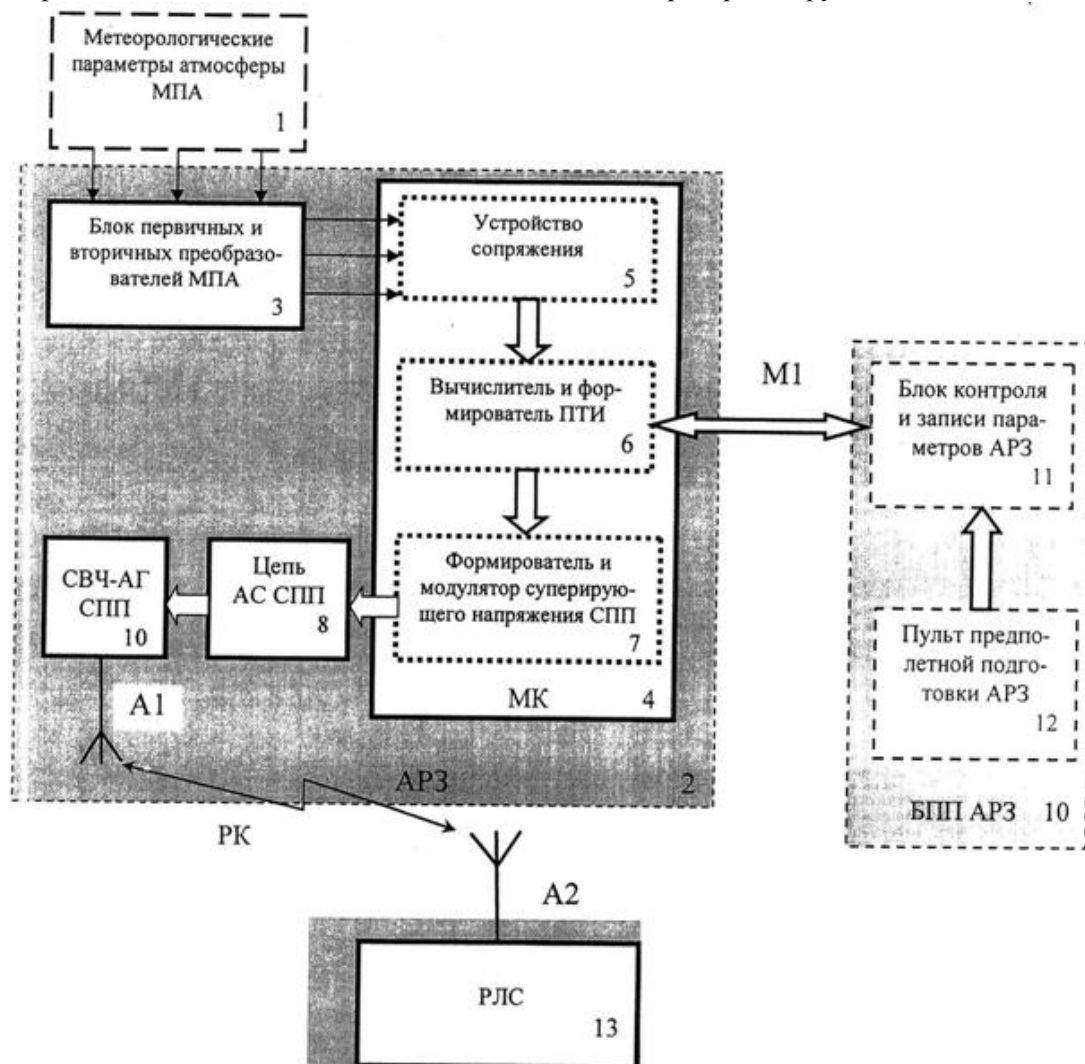
Общество с ограниченной
ответственностью "Научно-
производственное предприятие
"ОПТИКС" (RU)

(54) АЭРОЛОГИЧЕСКИЙ РАДИОЗОНД С ПАКЕТНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

(57) Реферат:

Аэрологический радиозонд с пакетной передачей информации, содержащий собственно аэрологический радиозонд - АРЗ, отличающийся тем, что в состав АРЗ введен блок предполетной подготовки, состоящий из пульта предполетной подготовки и блока контроля и записи параметров АРЗ со следующими соединениями: пульт предполетной подготовки АРЗ через блок контроля и записи параметров АРЗ соединен двунаправленной шиной М1 со входами микроконтроллера АРЗ; блок предполетной подготовки выполнен отдельным конструктивом и соединен с АРЗ; а приемопередатчик АРЗ выполнен по схеме сверхрегенератора и включает в себя последовательно соединенные: формирователь и модулятор суперирующего

напряжения, цепь автосмещения и СВЧ-автогенератор, нагруженный на антенну.



Полезная модель относится к радиотехнике и может быть использована при модернизации и разработке новых систем радиозондирования (СР) с ускоренной передачей телеметрической информации с борта аэрологического радиозонда (АРЗ) на наземную радиолокационную станцию (РЛС).

Общей проблемой при проектировании и эксплуатации СР является создание высокоточных систем измерения координат АРЗ, недорогих конструктивов АРЗ, обеспечивающих измерение с минимальной погрешностью метеорологических параметров атмосферы (МПА), надежную передачу телеметрической информации с борта АРЗ на наземную РЛС в оперативном радиусе действия системы АРЗ-РЛС. Самостоятельной проблемой при создании и эксплуатации СР является обеспечение надежной и точной передачи телеметрической информации о МПА с борта АРЗ на РЛС в условиях замирания сигнала радиозонда из-за его раскачивания и неравномерной диаграммы направленности антенны.

Отечественные системы радиозондирования атмосферы (СР) построены по угломерно-дальномерному методу измерения координат, скорости и направления движения радиозонда в свободной атмосфере. Измерение угловых координат: - азимута (β), угла места (ϵ), а, также, наклонной дальности (R_n) осуществляется радиоимпульсным методом с активным ответом. Особенно эффективным оказалось использование в составе радиозондов сверхрегенеративных приемопередатчиков-ответчиков (СПП). Интенсивное излучение СПП обеспечивает надежную передачу телеметрической информации и сопровождение по угловым координатам. Высокая чувствительность СПП к радиоимпульсному запросному сигналу позволяет сформировать ответный сигнал по дальности в виде короткой паузы в излучении СПП при пониженной мощности передатчика запросных радиоимпульсов РЛС. Весьма важным, в конечном счете, оказывается тот факт, что система определения координат и канал передачи телеметрической информации системы радиозондирования работают на одной несущей частоте (см. В.И. Ермаков и др. "Системы зондирования атмосферы", Гидрометеиздат, 1977, с.247-249).

Известна система радиозондирования атмосферы радиолокационного типа «Метеорит-РКЗ» работающая в диапазоне частот 1780 МГц (см. Ермаков В.И., Кузенков А.Ф., Юрманов В.А. Системы зондирования атмосферы. Л.: Гидрометиздат, 1977. 304 с.; Ламповый радиозонд типа РКЗ снабжен сверхрегенеративным приемопередатчиком (СПП), который совместно с наземной РЛС «Метеорит» обеспечивает измерение угловых координат, наклонной дальности по запросному радиоимпульсу и передачу на РЛС метеорологической информации, которая осуществляется путем амплитудной манипуляции излучения СПП телеметрическим сигналом. Достоинством СР типа «Метеорит-РКЗ» является полная автономность работы, невысокая стоимость измерения МПА в оперативном радиусе действия до 250 км - ПРОТОТИП.

Недостатком системы, является, низкая помехозащищенность СР при амплитудной модуляции телеметрическим сигналом излучения СПП, большой интервал передачи цикла метеорологической информации (цикла телеметрических частот измерительного преобразователя АРЗ) в течение 20 секунд, что снижает надежность и точность измерения МПА в условиях замирания сигнала АРЗ при его раскачивании.

Технической задачей предлагаемой полезной модели является резкое уменьшение времени передачи метеорологической информации с борта АРЗ на приемную РЛС с повышением общей надежности, т.е. достоверности передаваемой информации.

Известные СР, находящиеся в эксплуатации на аэрологической сети Росгидромета РЛС типа АВК-1, МАРЛ, «Вектор-М» функционируют совместно с радиозондами типа МРЗ-3. Телеметрическая информация в АРЗ формируется в виде видеоимпульсов вторичного измерительного преобразователя (измерительного генератора), к которому последовательно подключаются сопротивление опорного (калибровочного) резистора, датчика температуры и датчика влажности. АРЗ передает информацию о МПА в течение одного цикла, длительность которого составляет $T_{\text{ц}}=20$ сек., фиг.1. В течение этого интервала времени последовательно в течение 5 сек. передаются частоты каналов: частота опорного (калибровочного) канала с периодом $T_{\text{оп}}=0.7$ мсек и частоты телеметрических (измерительных) каналов температуры и влажности, периоды которых изменяются в зависимости от состояния датчиков в пределах $T_t=0.8-60.0$ мсек., $T_u=0.8-10.0$ мсек. Передача частоты каждого канала происходит в течение 5 сек. Информация о МПА содержится в Y-параметре равном отношению периода опорной частоты $T_{\text{оп}}$ соответственно к периодам телеметрических частотами T_t , T_u :

$$Y_t = T_{\text{оп}} / T_t; \quad Y_u = T_{\text{оп}} / T_u. \quad (1)$$

Обработка и выдача метеорологической информации осуществляется в ЭВМ наземной РЛС путем вычисления температуры и влажности по величинам принятых периодов $T_{\text{оп}}$, T_t , T_u , известным коэффициентам калибровки измерительного преобразователя АРЗ и датчиков с циклом 20 сек. При таком методе передачи телеметрической информации возникают следующие проблемы:

- большой интервал времени получения метеорологической информации (20 сек) создает проблему его устойчивого приема при замираниях сигнала на больших удалениях радиозонда, поскольку интервал замирания сигнала обычно составляет порядка 2-5 сек. Появление хотя бы одного замирания сигнала в цикле (в течение 20 секунд) передачи информации не позволяет вычислить Y-параметры и получить результат измерений.

- другая проблема возникает при попадании частоты телеметрических сигналов, вызванных паразитной амплитудной модуляции излучения передатчика АРЗ в полосу пропускания канала угловой автоматики РЛС и нарушении устойчивости автосопровождения АРЗ по угловым координатам.

- третья проблема связана с ограничениями в существующих СР на максимальное значение периода телеметрических частот измерительного преобразователя (ИП) АРЗ равное $T_{\text{тел. макс}}=60.0$ мсек. Период телеметрических частот ИП определяется сопротивлением соответствующего датчика АРЗ. Это ограничение не позволяет использовать современные датчики температуры с малой постоянной времени на основе бусиновых терморезисторов обладающих большим сопротивлением (порядка 2-4 МОм) на низких температурах порядка минус 80-90°C, т.к. период телеметрических частот в этом случае ИП значительно превышает допустимую величину $T_{\text{тел. макс}}=60.0$ мсек. и наземной РЛС не обрабатывается.

- дополнительные трудности возникают при приеме импульсного телеметрического сигнала в приемном устройстве РЛС при изменении периода видеоимпульсов в

значительных пределах $T_{\text{тел}}=1,5-60,0$ мсек, поскольку изменяется их скважность, постоянная составляющая сигнала в десятки раз, что затрудняет работу порогового устройства измерителя периода импульсов.

Техническим результатом предлагаемого решения является:

- повышение надежности телеметрической информации передаваемой с борта АРЗ на наземную РЛС;
- повышение точности измерения координатно-телеметрической информации (КТИ) передаваемой с борта АРЗ на наземную РЛС;
- получение новых характеристик измеряемых параметров атмосферы, например, турбулентности атмосферы;
- а главное это существенное снижение времени передачи МПА с борта АРЗ, т.е. количество измерений МПА в единицу времени резко возрастает..

Для решения этой задачи предлагается система аэрологический радиозонд с пакетной передачей информации, содержащий собственно аэрологический радиозонд - АРЗ и блок предполетной подготовки АРЗ, состоящий из пульта предполетной подготовки и блока контроля и записи параметров АРЗ со следующими соединениями: пульт предполетной подготовки АРЗ через блок контроля и записи параметров АРЗ соединен двунаправленной шиной М1 со входами микроконтроллера АРЗ; блок предполетной подготовки выполнен отдельным конструктивом и соединен с аэрологическим радиозондом на время ввода формата пакетной информации, также по желанию заказчика может быть решен программно в микроконтроллере АРЗ; приемо-передатчик аэрологического радиозонда выполнен по схеме сверхрегенератора и включает в себя последовательно соединенные: формирователь и модулятор суперирующего напряжения, цепь автосмещения и СВЧ-автогенератор, нагруженный на антенну.

На фиг.1 приведена структурная схема аэрологического радиозонда с пакетным методом передачи телеметрической информации, на которой показано:

1 - метеорологические параметры атмосферы (МПА), а именно: температура, давление, влажность и др.; 2 - аэрологический цифровой радиозонд (АРЗ); 3 - блок первичных и вторичных преобразователей МПА (БПВП); 4 - микроконтроллер АРЗ (МК); 5 - устройство сопряжения; 6 - вычислитель; 7 - формирователь и модулятор суперирующего напряжения сверхрегенеративного приемо-передатчика (СПП); 8 - цепь автосмещения (АС); 9 - СВЧ автогенератор СПП; 10 - блок предполетной подготовки (БПП) АРЗ; 11 - блок контроля и записи параметров АРЗ; 12 - пульт предполетной подготовки (ППП); 13 - наземная РЛС.

АРЗ 2 в целом по фиг.1 имеет следующие соединения. Метеорологические параметры атмосферы МПА1 соединены с метеовходами АРЗ 2, выход которого через антенну А1 радиоканалом соединен с антенной А2 РЛС13; блок предполетной подготовки АРЗ 10 содержит пульт предполетной подготовки 12, который через блок контроля и записи параметров АРЗ 11 двунаправленной шиной М1 соединен с вычислителем и формирователем ПТИ 6 АРЗ 2; метеовходы АРЗ 2 соединены с блоком первичных и вторичных преобразователей МПА3, выходы которого через устройство сопряжения 5 соединены с вычислителем и формирователем ППИ6, выход которого через СПП4, затем через цепь АС СПП8 и СВЧ-АГ СПП9 соединены с антенной А1, которая и является выходом АРЗ 2.

На фиг.2 изображены временные диаграммы, поясняющие принцип передачи телеметрической информации в серийной СР типа АВК-МРЗ. На фиг.1 изображен полный временной цикл $T_{\text{ц}}$ работы измерительного генератора радиозонда МРЗ-3, включающий временные интервалы опорного канала $T_{\text{оп}}$, канала температуры T_t , канала влажности $T_{\text{ц}}$, канала давления T_d серийной СР типа АВК-МРЗ.

На фиг.3 изображен фрагмент структуры цифрового пакета телеметрической информации АРЗ.

На фиг.4 приведена структура информационного пакета.

Указанные узлы и блоки СР могут быть выполнены на следующих элементах: датчики температуры и влажности 3 могут быть выполнены, например, по патентам РФ №2162238, №2162239, №2242752; датчик давления 3 может быть выполнен на основе датчиков МР см. КАТАЛОГ фирмы МОТОРОЛА, 2007 г; измерительный преобразователь может быть реализован по патенту №53462;

устройство сопряжения 5, вычислитель и формирователь ПТИ 6, формирователь и модулятор суперирующего напряжения СПП 9 могут быть выполнены на микроконтроллере МК 4, который может быть реализован, например, на микросхемах семейства LPC2101FBD48, см. Микроконтроллеры АРМ7. Пер. с англ. - М.: «Додека-XXI», 2006.; цепь автосмещения АС СПП 8, СВЧ-АГ СПП 7, антенна А1 могут быть выполнены по материалам патентов РФ №2172965, №2214614, №2470323, патентов

на полезные модели №50682, №49283, №56001; штатная аэрологическая РЛС 13 может быть использована типа АВК-1, МАРЛ, «Вектор-М», (см. Иванов В.Э., Фридзон М.Б., Ессяк С.П. «Радиозондирование атмосферы.

Предлагаемый аэрологический радиозонд с пакетной передачей телеметрической информации работает следующим образом.

На входе СР действуют метеорологические параметры атмосферы (МПА) 1: температура, влажность, давление. В состав аэрологического радиозонда АРЗ 2 входят: блок первичных (датчиков) и вторичных (измерительных) преобразователей МПА 3, микроконтроллер АРЗ МК 4, в состав которого соответственно входят - устройство сопряжения 5, вычислитель и формирователь пакетной телеметрической информации (ПТИ) 6, формирователь и модулятор супервизирующего напряжения СПП 9, в состав СПП входят цепь автосмещения АС СПП 8, СВЧ-автогенератор СВЧ-АГ СПП 7 и приемопередающая антенна А1. В состав устройства предполетной подготовки УПП АРЗ 10 входят блок контроля и записи параметров АРЗ 11 и пульт предполетной подготовки АРЗ 12.

Блок предполетной подготовки 10 предназначен для ввода информации о первичных параметрах АРЗ (рабочей частоты передатчика, калибровочных коэффициентов датчиков) и контроля его функционирования перед запуском. С помощью пульта предполетной подготовки АРЗ 12, блока контроля и записи параметров АРЗ информация загружается через интерфейс ввода-вывода типа RS-232 в микроконтроллер МК 4 радиозонда АРЗ 2. Метеорологические параметры атмосферы МПА 1, например, температура, влажность, давление воздействуют на блок первичных (датчиков) и вторичных (измерительных) преобразователей АРЗ 3, выходные электрические сигналы которого в виде уровня напряжения, частоты или длительности видеопульсов подаются на вход устройства сопряжения 5, с выхода которого в виде цифрового кода поступают на вычислитель и формирователь пакетной телеметрической информации (ПТИ) 6 микроконтроллера 4. В вычислителе 6 происходит статистическая обработка телеметрической информации, полученная от каждого датчика в течение одного цикла измерения равного 2 секундам. Каждый цикл измерения обеспечивает в течение 2 секунд определение всех МПА. Далее в процессоре МК 4 формируется цифровой пакет телеметрической информации, фиг.2. В структуру пакета вводится ряд служебной информации обеспечивающей синхронизацию телеметрических каналов внутри пакета и синхронизацию текущего потока пакетов, который далее поступает на вход СПП АРЗ. СПП содержит генератор и модулятор супервизирующего напряжения 9, цепь автосмещения 8, СВЧ-автогенератор и приемопередающую антенну А1.

Генератор и модулятор супервизирующего напряжения реализованы в структуре МК 4, их параметры регулируются программно. Принцип работы СПП и методы модуляции его излучения подробно описаны в патентах РФ №2172965, №2214614, №2470323, патентах на полезные модели №50682, №49283, №56001.

Сигнал излученный АРЗ 2, содержащий телеметрическую информацию в пакетном виде принимается антенной А2 РЛС 13.

Для обеспечения необходимой точности преобразования телеметрической информации, выработки точного времени циклов работы радиозонда, стабилизации супервизирующей (поднесущей) частоты СПП и величины ее модуляции, синхронизации сигналов в АРЗ 2 используется микроконтроллер МК 4. При использовании процессора МК 4 осуществляется программная реализация всех необходимых функций для работы радиозонда. Программирование МК 4, ввод-вывод технологической информации при производстве и эксплуатации АРЗ осуществляется по последовательному интерфейсу RS-232. Применение МК в аэрологическом радиозонде позволяет осуществить современные более эффективные методы модуляции параметров поднесущей частоты, например, - бинарную частотную (ЧИМ) и фазовую (ФИМ) импульсную модуляцию супервизирующей частоты (BPSK). Осуществление ЧИМ и ФИМ супервизирующей частоты с помощью МК осуществляется программно. В этом случае прием и демодуляция телеметрического сигнала наземной РЛС намного упрощается т.к. опорный сигнал необходимый для нормальной работы частотного или фазового детектора в канале телеметрии приемного устройства РЛС достаточно просто синхронизируется при стабильной частоте супервизирующих импульсов. Важнейшей задачей МК 4 является формирование пакетного режима передачи телеметрической информации. Передача пакетов производится в одностороннем (симплексном) режиме от радиозонда к аэрологическому комплексу. Битовая информация передается известным методом частотно-импульсной модуляции (ЧИМ) поднесущей (супервизирующей) частоты СПП.

Поскольку информационная полоса частот координатно-телеметрической информации не превышает $\Delta F < 0,5$ Гц [1], ее обновление осуществляется с темпом не

реже один раз в две секунды. Вносимая в радиоканал избыточность позволяет исправлять отдельные битовые ошибки, которые могут возникать вследствие воздействия помех, и многократно дублировать пакеты для борьбы с замираниями сигнала (в основном из-за пространственных колебаний АРЗ). Скорость передачи данных в канале составляет 2,4 кбит/с. Способ кодирования бит - самосинхронизирующийся код типа - Манчестер 2. Пакет передается без изменений в течении 2 сек. По окончании передачи текущего пакета, сразу начинается передача нового пакета. Временных пауз между пакетами нет. Пакет состоит из двух частей. Первая часть - оперативно изменяющаяся информация. Вторая часть - дополнительная информация, которая передается гораздо реже.

Всегда передается номер параметра и его значение. Структура одного из вариантов информационного пакета, передаваемого АРЗ, показана на фиг.3. Общая длина пакета равна $30 \text{ байт} \times 8 = 240 \text{ бит}$. Для скорости передачи 2400 бит/с это означает, что за 2 секунды передается 20 одинаковых пакетов. Таким образом, телеметрическая информация в пакете передается в 200 раз быстрее, чем в известном режиме. Такая избыточность позволяет обойтись без помехоустойчивого кодирования.

Восстановление ошибочных битов выполняется путем корреляционного анализа нескольких смежных пакетов. В теле пакета передаются данные телеметрического канала, это - первичные данные измерений (температура, влажность, давление и т.п.), и дополнительные вспомогательные данные в резервном канале. Важно отметить, что пакетный метод передачи информации с борта радиозонда позволяет использовать в качестве первичных преобразователей метеорологические датчики любого типа, отвечающих требованиям по точности градуировки статической характеристики преобразования (СХП), сохранности, динамическим параметрам.

Таким образом, применение пакетной передачи телеметрической информации в радиолокационные СР позволяет:

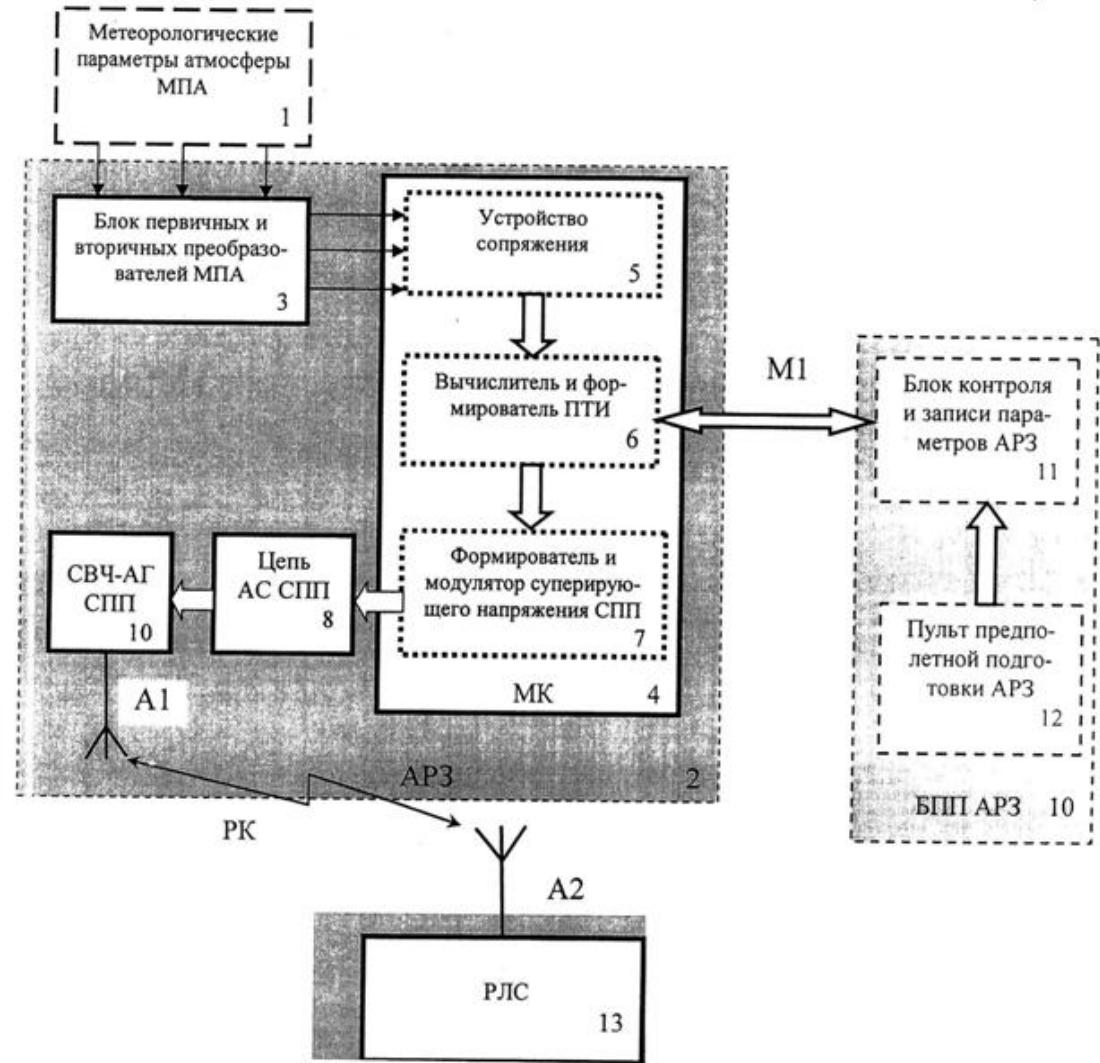
- уменьшить длительность цикла передачи информации до 1-2 сек, тем самым повысить надежность приема телеметрической информации в условиях сильных замираний сигнала АРЗ;
- снизить уровень паразитной амплитудной модуляции (ПАМ) сигнала АРЗ за счет более однородного характера ПТИ и повысить устойчивость автоматического сопровождения АРЗ по угловым координатам.
- снять ограничения на длительность периодов измерительного преобразователя АРЗ и расширить возможность применения различных типов датчиков МПА.

Таким образом, при использовании предлагаемого в материалах заявки пакетного метода передачи телеметрической информации с борта АРЗ на наземную РЛС указанные выше недостатки серийных СР устраняются, что, в конечном счете, существенно повышает эксплуатационные характеристики отечественной СР.

Формула полезной модели

Аэрологический радиозонд с пакетной передачей информации, содержащий собственно аэрологический радиозонд - АРЗ, отличающийся тем, что в состав АРЗ введен блок предполетной подготовки, состоящий из пульта предполетной подготовки и блока контроля и записи параметров АРЗ со следующими соединениями: пульт предполетной подготовки АРЗ через блок контроля и записи параметров АРЗ соединен двунаправленной шиной М1 со входами микроконтроллера АРЗ; блок предполетной подготовки выполнен отдельным конструктивом и соединен с АРЗ; а приемопередатчик АРЗ выполнен по схеме сверхрегенератора и включает в себя последовательно соединенные: формирователь и модулятор супервирующего

напряжения, цепь автосмещения и СВЧ-автогенератор, нагруженный на антенну.

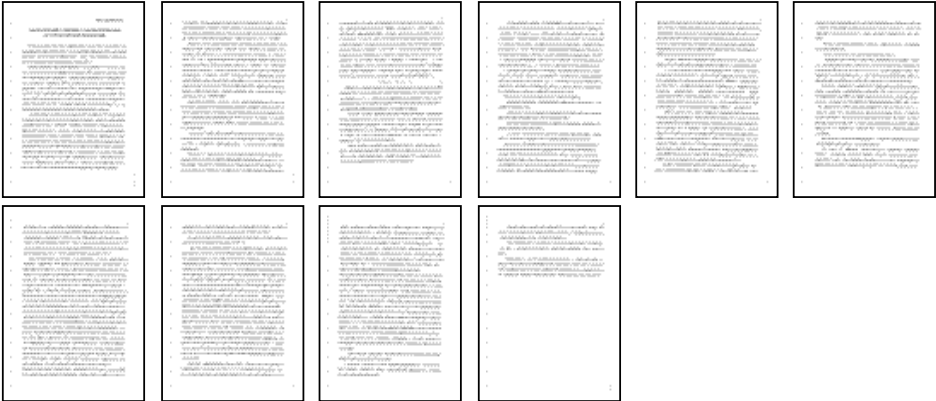


ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

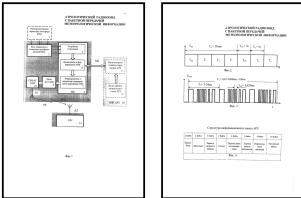
Реферат:



Описание:



Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ТН1К Переиздание титульных листов описаний к патентам на полезные модели

Причина переиздания: **Коррекция библиографических данных**

Дата публикации: [20.08.2014](#)

ТК1К Исправление очевидных и технических ошибок в публикациях сведений о полезных моделях в официальных бюллетенях

Номер и год публикации бюллетеня: **9-2014**

Опубликовано:

Код раздела бюллетеня: FG1K

**(54) СИСТЕМА РАДИОЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ С ПАКЕТНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Следует читать: **(54) АЭРОЛОГИЧЕСКИЙ РАДИОЗОНД С ПАКЕТНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Дата публикации: [20.08.2014](#)

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **20.02.2015**

Дата публикации: [20.04.2016](#)